

[Original document](#)

## Switched reluctance motor e.g. as automobile windscreen wiper motor

Publication number: DE19704576

Publication date: 1998-08-13

Inventor:

Applicant: WARTH MARCO (DE)

Classification:

- international: **H02K1/24; H02K19/06; H02K19/10; H02K1/22; H02K19/02; (IPC1-7): H02K19/06; H02K37/02**

- European:

Application number: DE19971004576 19970207

Priority number(s): DE19971004576 19970207

[View INPADOC patent family](#)[View list of citing documents](#)[Report a data error here](#)

### Abstract of DE19704576

The reluctance motor includes a metallic rotor (11) revolving around an axis (13), which is structured on its outer surface area, and a stator (12) surrounding the rotor, which comprises at least one controllable electromagnet (14). A north- and south-pole (14a, 14b) of the stator is arranged in a small distance to the structured outer surface area of the rotor. The north- and the south-pole of the electromagnet are arranged side-by-side, in a predetermined distance in direction of the rotor. The electromagnet is preferably formed by an U-shaped excitation coil which includes an individual coil metal or a packet of stratified, congruent coil metals.

---

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

### Description of DE19704576

[Translate this text](#)

Die Erfindung betrifft einen Reluktanz-Motor mit einem metallischen, um eine Achse drehbaren Rotor, der auf seiner Umfangsfläche strukturiert ist, und einem den Rotor aussenseitig umgebenden Stator, der zumindest einen steuerbaren Elektromagneten aufweist, dessen Nord- und Südpol mit geringem Abstand zu der strukturierten Umfangsfläche des Rotors angeordnet sind.

Ein derartiger Motor ist als elektrischer Antrieb mit hohem Wirkungsgrad und hoher zu erzielender Drehzahl seit einiger Zeit bekannt. Häufig wird dafür auch der Begriff "Geschalteter Reluktanzmotor" oder "Switched-Reluctance" bzw. SR verwendet.

Ein Reluktanz-Motor nutzt die Anziehungskraft eines ortsfesten Elektromagneten gegenüber einem aus Metall bzw. Eisen bestehenden Rotor, der das Bestreben hat, die Stellung des geringsten magnetischen Widerstandes, d. h. minimaler Reluktanz, einzunehmen. Zu diesem Zweck besitzt der Motor einen metallischen, in der Regel zur Bildung von über den Umfang verteilten Polen mit einer Zahnung



16 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

17 **Offenlegungsschrift**  
18 **DE 197 04 576 A 1**

25 Int. Cl.<sup>6</sup>  
**H 02 K 19/06**  
H 02 K 37/02

21 Aktenzeichen: 197 04 576.6  
22 Anmeldetag: 7. 2. 97  
23 Offenlegungstag: 13. 8. 98

DE 197 04 576 A 1

11 Anmelder:  
Warth, Marco, 77833 Ottersweier, DE  
14 Vertreter:  
Lichti und Kollegen, 76227 Karlsruhe

17 Erfinder:  
Antrag auf Nichtnennung

55 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 43 14 290 A1  
DE 29 53 032 A1  
DE 27 03 791 A1  
DE-OS 21 64 866  
DE-GM 16 94 867  
US 53 65 137  
US 33 92 293

MÄSER,W.: Einführung in die Probleme des  
Schrittmotorantriebes. In: STZ, Nr. 48,  
29. Nov. 1973, S.969-976;  
NOSKE,H.,CROYMANS,J.J.H.: Schrittmotoren  
richtig  
angewandt. In: Elektronik, 1974, H. 6, Bd. 23,  
S.193-199;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Reluktanz-Motor

57 Ein Reluktanz-Motor besitzt einen metallischen, um eine Achse drehbaren Rotor, der auf seiner Umfangsfläche strukturiert ist, und einen den Rotor außenseitig umgebenden Stator, der zumindest einen steuerbaren Elektromagneten aufweist, dessen Nord- und Südpol mit geringem Abstand zu der strukturierten Umfangsfläche des Rotors angeordnet sind. Dabei ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß der Nord- und der Südpol des Elektromagneten in Umfangsrichtung des Rotors in vorbestimmtem Abstand nebeneinander angeordnet sind. Die Erregerspule und/oder der Rotor können von einem einzelnen Blech oder einem Paket geschichteter, kongruenter Bleche gebildet sein, wodurch sich eine einfache Anpassung der Rotor- und Spulenabmessungen zur Variation der Motorleistung ergibt. Darüber hinaus kann vorgesehen sein, daß auf der Achse mehrere gleichartige Rotoren mit einem gegenseitigen Versatz in Drehrichtung angeordnet sind, denen jeweils mindestens ein Stator zugeordnet ist.

DE 197 04 576 A 1

Die Erfindung betrifft einen Reluktanz-Motor mit einem metallischen, um eine Achse drehbaren Rotor, der auf seiner Umfangsfläche strukturiert ist, und einem den Rotor außen- seitig umgebenden Stator, der zumindest einen steuerbaren Elektromagneten aufweist, dessen Nord- und Südpol mit geringem Abstand zu der strukturierten Umfangsfläche des Rotors angeordnet sind.

Ein derartiger Motor ist als elektrischer Antrieb mit hohem Wirkungsgrad und hoher zu erzielender Drehzahl seit einiger Zeit bekannt. Häufig wird dafür auch der Begriff "Geschalteter Reluktanzmotor" oder "Switched-Reluctance" bzw. SR verwendet.

Ein Reluktanz-Motor nutzt die Anziehungskraft eines ortsfesten Elektromagneten gegenüber einem aus Metall bzw. Eisen bestehenden Rotor, der das Bestreben hat, die Stellung des geringsten magnetischen Widerstandes, d. h. minimaler Reluktanz, einzunehmen. Zu diesem Zweck besitzt der Motor einen metallischen, in der Regel zur Bildung von über den Umfang verteilten Polen mit einer Zahnung ausgebildeten Rotor, der über eine zentrale Mittelachse drehbar gelagert ist, und einen ortsfesten Stator, der den Rotor in geringem Abstand umgibt. Der Stator besitzt mehrere, über den Umfang verteilte Pole von Erregerspulen, wobei diametral gegenüberliegende Pole zur Bildung eines Nord- und Südpolpaars zusammengeschaltet sind. Wenn durch eine der Erregerspulen ein Strom fließt, wird ein elektromagnetisches Feld zwischen den gegenüberliegenden Polen erzeugt. Der Rotor versucht, die Stellung minimaler Reluktanz einzunehmen, wobei er ein Drehmoment erfährt. Die Irregerspule bleibt solange erregt, bis die Pole des Rotors relativ zu den Polen des Stators ausgerichtet sind. Eine sequentielle, unlaufende Erregung der über den Umfang verteilten Pole der Erregerspulen bewirkt eine kontinuierliche Drehung des Rotors.

Als nachteilig bei einem derartigen Reluktanz-Motor hat sich der relativ aufwendige konstruktive Aufbau mit entsprechender komplizierter Steuerungselektronik erwiesen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Reluktanz-Motor der genannten Art zu schaffen, der konstruktiv einfach aufgebaut und kostengünstig herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einem Reluktanz-Motor dadurch gelöst, daß der Nord- und der Südpol des Elektromagneten in Umfangsrichtung des Rotors in vorbestimmtem Abstand nebeneinander angeordnet sind. Bei dem erfindungsgemäßen Reluktanz-Motor wird das elektromagnetische Feld nicht zwischen diametral gegenüberliegenden Polen aufgebaut, sondern die Pole liegen in Umfangsrichtung direkt nebeneinander. Damit ist der Vorteil eines örtlich begrenzten, genau definierten Magnetfeldes verbunden. Darüberhinaus ist es nicht notwendig, den Rotor vollständig aus Metall bzw. Eisen auszubilden, da lediglich die Randbereiche des Rotors im Magnetfeld liegen. Auf diese Weise kann vorgesehen sein, daß der Rotor einen Kunststoffkern aufweist, der von einem metallenen, außen- seitig gezahnten Ring umgeben ist, womit der weitere Vorteil auszeichneter Laufeigenschaften des Rotors verbunden ist.

Mit dem genannten Motor ist es gelungen, die vorteilhaften Prinzipien der gängigen Synchron-, Asynchron-, Gleich- und Drehstrommotoren zu vereinen. Da der Motor weder Bürsten noch Permanentmagnete aufweist, ist er universell verwendbar und dementsprechend gut den jeweiligen Anforderungsprofilen anzupassen. Da der Rotor mit dem Stator nicht direkt in Kontakt steht, ist der Motor im wesentlichen verschleißfrei und in seiner Lebensdauer nur durch die Ausgestaltung der Lager der Achse begrenzt. Der Motor zeich-

net sich durch eine einfache Konstruktion aus und ermöglicht eine flache Bauweise, wodurch er insbesondere in der Automobilindustrie, beispielsweise als Scheibenwischer- motor gut verwendbar ist. Der Motor erreicht relativ hohe Drehzahlen und ist unempfindlich gegen flüssige Medien, so daß keine aufwendige Abdichtung, beispielsweise Spritz- wasserschutz notwendig ist.

Da der Motor im wesentlichen kontaklos arbeitet, kann keine störende Funkenbildung entstehen, so daß er insgesamt eine sehr gute elektromagnetische Verträglichkeit besitzt. Darüberhinaus kann der Motor in einfacher Weise einem Recycling zugeführt werden, da er keine Polmagnete enthält. Vorzugsweise ist der Motor so ausgestaltet, daß seine Steuerungselektronik direkt an einen Computer oder eine sonstige Recheneinheit anschließbar ist.

In Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Elektromagnet von einer U-förmigen Erregerspule gebildet ist, deren Schenkel jeweils gleichmäßig mit Draht umwickelt sind und somit die Pole bilden. Um die Erregerspule in einfacher Weise herstellen und an die jeweiligen baulichen Gegebenheiten anpassen zu können, kann sie von einem einzelnen Spulenblech oder einem Paket geschichteter, gleich- artig ausgebildeter und somit kongruenter Spulenbleche gebildet sein. Durch Schichtung einer beliebigen Anzahl von Spulenblechen können Pakete und somit Erregerspulen beliebiger Dicke in einfacher Weise hergestellt werden.

Auch bei dem erfindungsgemäßen Reluktanz-Motor sollte der Stator mehrere über den Umfang des Rotors verteilte Erregerspulen aufweisen, die vorzugsweise jeweils den genannten Aufbau besitzen. Die Anordnung der Erregerspulen über den Umfang des Rotors ist von den baulichen Gegebenheiten abhängig. Für die einzelnen Erregerspulen sollten verschiedene Ausrichtungen relativ zu der Strukturierung oder Verzahnung des Rotors vorliegen, um in allen Relativlagen zwischen Rotor und Stator ein ausreichendes, möglichst gleichförmiges Drehmoment zu erhalten. Dieser Versatz der Erregerspulen kann entweder durch deren nicht-gleichförmige Anordnung in Umfangsrichtung und/oder durch geeignete Wahl der Anzahl der Erregerspulen und der Rotorzähne erreicht werden. Wenn mehr als eine Erregerspule vorgesehen ist, sollte der Quotient aus der Rotorzahnzahl und der Erregerspulenanzahl keine ganze Zahl sein, so daß sich für jede Spule in jeder Stellung des Rotors unterschiedliche Betriebszustände ergeben. Je kleiner der genannte Quotient ist, dessen Grenzwert gegen 1 geht, desto besser ist das Anlauf- und Drehmomentverhalten des Reluktanz-Motors.

Wie bereits erwähnt, ist es für den Rotor vorteilhaft, diesen außenseitig mit einer Zahnung auszubilden, wobei sich in der Praxis als Verhältnis der Zahnbreite zu der Breite der zwischen aufeinanderfolgenden Zähnen ausgebildeten Zahnücke vorteilhafter Weise 1 : 1 ergeben hat. Jedoch können auch andere Verhältnisse vorgesehen sein.

Auch der Rotor kann in einfacher Weise hergestellt und an gewünschte bauliche Gegebenheiten angepaßt werden, wenn er aus einem einzelnen Rotorblech oder einem Paket geschichteter, kongruenter Rotorbleche gebildet ist, wie das im Zusammenhang mit der Ausgestaltung der Erregerspulen erläutert wurde.

Um ein rotierendes Magnetfeld zu erzeugen, dem der Rotor nachsteht, ist eine Fortschaltung der einzelnen Erregerspulen notwendig. Während einer Beschleunigungszeit ist jeweils nur eine von allen vorhandenen Erregerspulen aktiviert. Die Umschaltung zur Aktivierung der nächsten Erregerspule kann dann entweder synchron und/oder asynchron erfolgen. Um im ersten Fall die Erregerspulen bzw. die Stärke des durch sie erzeugten magnetischen Feldes steuern zu können, muß die Ausrichtung der Zahnung des Rotors re-

lativ zu der jeweiligen Erregerspule bekannt sein. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß dem Stator zumindest ein die Ausrichtung des Rotors erfassender Sensor zugeordnet ist, der ein entsprechendes Positionssignal an eine Steuerungselektronik für die Erregerspule abgibt. Als Sensor kann beispielsweise ein Induktivegeber, ein Hallsensor oder jeder andere berührungsslose Detektor verwendet werden, der die Anzahl der am Sensor vorbeibewegten Zähne des Rotors erfaßt und ein entsprechendes Zählsignal an die Steuerungselektronik übermittelt. Aufgrund dieses Zählsignals werden die Erregerspulen zum exakt richtigen Zeitpunkt über Leistungstransistoren durchgeschaltet. Durch einfache Umschaltung der Spulenreihenfolge, zum Beispiel durch Rückwärtszählen oder Teiltausch der Reihenfolge läßt sich in einfacher Weise die Drehrichtung des Motors ändern. Da die genannte Steuerung auf der leistungsschwachen Steuerseite der Elektronik geschieht, können aufwendige und teure Leistungsschalter entfallen.

Bei der asynchronen Arbeitsweise wird dem Motor ein rotierendes Magnetfeld vorgegeben, was durch einen externen Taktgenerator erfolgen kann, und der Motor versucht, dem Magnetfeld hinterherzuweichen.

In beiden Fällen ist eine einfache und ausgesprochen kostengünstige Drehzahlregelung durch Spannungsregelung an der Leistungsseite und/oder durch Taktfrequenzvorgaben, zum Beispiel von einem Eeprom, einem Generator etc. möglich. Darüberhinaus kann vorgegeben sein, nur jeden n-ten Impuls des Sensors weiterzuverarbeiten, wodurch der Motor ein vorgegeben verändertes Leistungsverhalten erfährt.

In Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß auf der Achse, d. h. auf der gleichen Achswelle in verschiedenen Axialebenen, mehrere gleich- oder verschiedenartige Rotoren mit einem gegenseitigen Versatz in Drehrichtung angeordnet sind, denen jeweils zumindest ein Stator zugeordnet ist. Auf diese Weise wird einerseits eine übermäßige Flächenausdehnung nur eines Rotors bei steigender Anzahl der Erregerspulen vermieden, andererseits sind die Gleichlaufeigenschaften des Motors durch das nunmehr in drei Dimensionen wirksame, wandernde Magnetfeld wesentlich verbessert. Als weiterer Vorteil ergibt sich, daß sich durch Änderung der Ausgestaltung und der Anzahl der Rotoren und der Erregerspulen die Kenngrößen des Motors in weiten Grenzen variieren lassen, wobei lediglich standardisierte Bauteile verwendet werden, die eine kostengünstige Serienfertigung ermöglichen. Dies wird durch den Aufbau der Rotoren und/oder der Erregerspulen aus jeweils zumindest einem, vorzugsweise mehreren Rotor- bzw. Spulenblechen noch unterstützt. Bei Verwendung mehrerer Rotoren muß nicht jedem Rotor ein o.g. Positionssensor zugeordnet sein, wenn der gegenseitige Winkelversatz der Rotoren in Drehrichtung bekannt ist.

Vorzugsweise weisen die Rotoren unterschiedliche Abmessungen, insbesondere eine unterschiedliche Zahnzahl und/oder unterschiedliche Zahnbreiten und/oder unterschiedliche Lückenbreiten auf und ihnen kann eine unterschiedliche Anzahl von Erregerspulen mit gegebenenfalls unterschiedlichem Versatz zugeordnet sein. Auf diese Weise ist eine direkte Auswertung und Ansteuerung möglich und es ergibt sich ein sicheres Anlaufverhalten in jeder Position, ein höheres Drehmoment bei erhöhter Schrittzahl bzw. Sensorimpulsfrequenz, eine schnelle, gleichförmige Beschleunigung und eine konstruktiv einfache Steuerung.

Es ist festzuhalten, daß die Charakteristika des Motors sowohl einen Synchronbetrieb, einen Asynchronbetrieb und auch einen gemischten Betrieb erlaubt. Darüber hinaus kann ein Gleichlauf beliebig vieler Motoren im Parallelbetrieb durch gegenseitige Steuerung der Motoren erreicht werden.

Weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung sind aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung ersichtlich. Es zeigen:

Fig. 1a bis 1d die grundsätzliche Funktionsweise des Reluktanz-Motors in schematischer Darstellung.

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Reluktanz-Motors mit zwei Erregerspulen.

Fig. 3 einen Reluktanz-Motor mit drei Erregerspulen.

Fig. 4 einen Reluktanz-Motor mit fünf Erregerspulen und Sensoren und

Fig. 5 einen Schnitt durch einen Rotor mit Kunststoffkern.

Die Fig. 1a bis 1d zeigen einen Reluktanz-Motor, der aus einem aus Metall und insbesondere Eisen bestehenden Rotor 11 aufweist, der auf einer nicht näher dargestellten Achse 13 angebracht und über diese drehbar gelagert ist. Auf seiner Umfangsfläche ist der Rotor 11 mit gleichmäßig verteilten Zähnen 15 versehen, wobei die Breite ZB der Zähne 15 der Breite ZL der zwischen aufeinanderfolgenden Zähnen ausgebildeten Zahnlücken 15a entspricht.

Nähe der Umfangsfläche des Rotors 11 ist eine einen Stator 12 bildende Erregerspule 14 angeordnet, die eine U-förmige Gestalt besitzt, wobei ihre freien Schenkel 14a und 14b dem Rotor 11 zugewandt sind. Die Schenkel 14a und 14b sind in nicht dargestellter Weise umwickelt und bilden somit Spulen. Wenn die Windungen von Strom durchflossen sind, stellt sich ein Magnetfeld ein, wobei einer der Schenkel den Nordpol und der andere Schenkel den Südpol bildet. Die Stärke des möglichen Magnetfeldes ist durch die Strichstärke der schematisch dargestellten Magnetfeldlinie M angedeutet.

Wie Fig. 1a zeigt, befindet sich der Rotor 11 relativ zur Erregerspule 14 nicht im "magnetischen Gleichgewicht", da die Zähne 15 nicht symmetrisch zu den Schenkeln 14a und 14b ausgerichtet sind. Der Rotor 11 hat das Bestreben, die Position minimaler Reluktanz einzunehmen, weshalb auf ihn ein Drehmoment wirkt, das in Fig. 1a symbolisch mit einem Pfeil angedeutet ist. Zur Verdeutlichung der Drehbewegung des Rotors 11 ist einer der Zähne mit einem Punkt gekennzeichnet.

In der in Fig. 1b dargestellten Lage befindet sich der Rotor 11 in der magnetischen Gleichgewichtslage. Das Magnetfeld kommt hier am stärksten zur Geltung, da die größtmögliche Menge des ferromagnetischen Materials des Rotors im direkten Magnetfluß liegt. Um den Motor nicht abzubremesen, wird die Erregerspule und somit das Magnetfeld in dieser Stellung abgeschaltet.

Der Rotor 11 läuft aufgrund seiner Massenträgheit und/oder der Wirkung anderer, nicht dargestellter Erregerspulen weiter, bis er die Position gemäß Fig. 1c erreicht, in der ein Zahn mittig zwischen den Schenkeln 14a und 14b der Erregerspule 14 angeordnet ist. In dieser Stellung wirkt das Magnetfeld nicht oder nur in sehr geringem Maße, da die Angriffsfläche des Rotors sehr gering ist. Hierbei ist das Magnetfeld noch ausgeschaltet, da der Rotor noch ausreichend Schwung besitzt. Sobald der Rotor 11 die in Fig. 1d dargestellte Mittelstellung passiert hat, wird die Erregerspule 14 wieder aktiviert, so daß sich ein Magnetfeld aufbaut, das auf den Rotor ein Drehmoment ausübt, wie in Zusammenhang mit Fig. 1a erläutert wurde. Anschließend beginnt der Zyklus, wie er in den Fig. 1a bis 1d dargestellt ist, erneut.

Um einen möglichst gleichmäßigen Lauf des Rotors zu erhalten, sollten über den Umfang mehrere Erregerspulen verteilt angeordnet sein. Wie Fig. 2 zeigt, sind bei dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel zwei Erregerspulen vorgesehen, deren Aufbau in Zusammenhang mit Fig. 1 bereits erläutert wurde. Dabei muß sichergestellt sein, daß die Erregerspulen 14 in jeder Position des Rotors 12 andere Relativ-

positionen zu den ihnen zugewandten Zähnen des Rotors einnehmen. Dies wäre bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel, bei dem der Rotor eine gerade Anzahl von Zähnen besitzt, nicht der Fall, wenn die beiden Erregerspulen diametral gegenüberliegend angeordnet wären. Es ist deshalb vorgesehen, zwischen den beiden Erregerspulen einen geringfügigen, von der diametralen 180°-Lage abweichenden Versatz vorzusehen. Der Versatz ist nicht notwendig, wenn der Quotient aus der Anzahl der Rotorzähne und der Anzahl der Erregerspulen ungeradzahlig ist. Die Funktionsweise des in Fig. 2 dargestellten Reluktanzmotors entspricht der des Motors gemäß den Fig. 1a bis 1d.

Die Erregerspulen 14 weisen relativ zum Rotor 18 einen geometrischen Versatz auf. Die Steuerelektronik schaltet die erste Erregerspule zu dem im Zusammenhang mit den Fig. 1a bis 1d erläuterten Zeitpunkt. Die durch Ausschalten der ersten Erregerspule negativ induzierte Rückschlagspannung wird in die zweite Erregerspule umgeleitet und zur weiteren Beschleunigung des Rotors 11 ausgenutzt.

Das in Fig. 3 dargestellte Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem vorgenannten Ausführungsbeispiel lediglich dadurch, daß drei Erregerspulen 14 über den Umfang des Rotors 11 verteilt sind, wobei auch hier durch entsprechenden gegenseitigen Versatz der Erregerspulen 14 sichergestellt ist, daß diese jeweils unterschiedliche Relativpositionen zu den ihnen in einem betrachteten Zustand zugewandten Zähnen des Rotors einnehmen. Auch in diesem Fall ist der Versatz nicht notwendig, wenn der Quotient aus der Anzahl der Rotorzähne und der Anzahl der Erregerspulen ungeradzahlig ist.

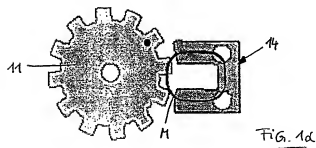
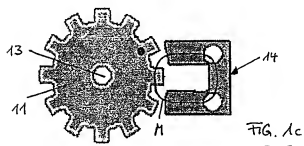
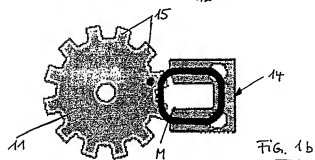
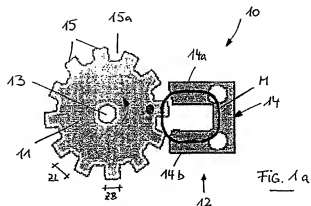
Fig. 4 zeigt einen Reluktanz-Motor 10 mit fünf, über den Umfang des Rotors 12 gleichmäßig verteilten Erregerspulen 14, die jeweils einen gegenseitigen Versatz von 72° aufweisen. Zwischen den Erregerspulen ist jeweils ein Sensor 17 in Form beispielsweise einer Reflexlichtschranke vorgesehen, die das an den Rotorzähnen 15 reflektierte Licht erfaßt und somit genaue Informationen über die aktuelle Ausrichtung des Rotors 12 liefert. Um das Reflexionsverhalten der Zähne 15 von dem der Zahnflächen 15a deutlich zu unterscheiden, sind die Rotorzähne 15 auf ihrer Außenseite weiß oder reflektierend lackiert, während die Zahnflächen mit einer absorbierenden Beschichtung, insbesondere einer mattschwarzen Lackierung versehen sind. Die Sensoren 17 geben ein Steuersignal an eine nicht dargestellte Steuerungselektronik, die die Erregung und somit den Magnetfluß in den Erregerspulen 14 steuert.

Alternativ dazu können sämtliche zur Positions- und Bestimmungserkennung der einzelnen Rotorzähne geeigneten Sensoren verwendet werden, was die Auswahlfreiheit der Sensoren zur Funktionssicherheit in Abhängigkeit des jeweiligen Anforderungsprofils dient.

Fig. 5 zeigt eine alternative Ausgestaltung eines Rotors. Während bei den bisher genannten Ausführungsbeispielen der Rotor vollständig aus Metall besteht und insbesondere durch Schichtung einer Vielzahl mit Metallblechen zu einem Paket gebildet ist, ist bei dem in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel ein Kunststoffkern 18 vorgesehen, der außenseitig von einem metallenen, gezahnten Ring 19 umgeben ist, der an schematisch dargestellten Befestigungspunkten 16 mit dem Kunststoffkern 18 verbunden ist. Die außenliegenden, relativ zum Kunststoffkern 18 größere Masse des gezahnten Rings 19 verleiht dem Rotor sehr gute Laufeigenschaften. Der Kunststoffkern 18 ist von der Achse 13 durchdrungen, die ebenfalls aus Kunststoff bestehen und mit dem Kunststoffkern 18 einstückig verbunden sein kann.

1. Reluktanz-Motor mit einem metallischen, um eine Achse (13) drehbaren Rotor (11), der auf seiner Umfangsfläche strukturiert ist, und einem den Rotor (11) außenseitig umgebenden Stator (12), der zumindest einen steuerbaren Elektromagneten (14) aufweist, dessen Nord- und Südpol (14a, 14b) mit geringem Abstand zu der strukturierten Umfangsfläche des Rotors (11) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Nord- und der Südpol (14a, 14b) des Elektromagneten (14) in Umfangsrichtung des Rotors (11) in vorbestimmtem Abstand nebeneinander angeordnet sind.
2. Reluktanz-Motor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektromagnet (14) von einer U-förmigen Erregerspule gebildet ist.
3. Reluktanz-Motor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Erregerspulen ein einzelnes Spulenblech oder ein Paket geschichteter, kongruenter Spulenbleche umfaßt.
4. Reluktanz-Motor nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Stator (12) mehrere über den Umfang des Rotors (11) verteilte Erregerspulen aufweist.
5. Reluktanz-Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (11) umfänglich eine Zahnung (15) besitzt.
6. Reluktanz-Motor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Zahnbreite (ZB) zu der Breite (ZL) der zwischen aufeinanderfolgenden Zähnen ausgebildeten Zahnflächen etwa 1:1 beträgt.
7. Reluktanz-Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (11) von einem einzelnen Rotorblech oder einem Paket geschichteter, kongruenter Rotorbleche gebildet ist.
8. Reluktanz-Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (11) einen Kunststoffkern (18) aufweist, der von einem metallenen, außenseitig gezahnten Ring (19) umgeben ist.
9. Reluktanz-Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß dem Stator (12) zumindest ein die Ausrichtung des Rotors (11) erfassender Sensor (17) zugeordnet ist, der ein entsprechendes Signal an eine Steuerungselektronik für die Erregerspule abgibt.
10. Reluktanz-Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß auf der Achse (13) mehrere Rotoren (11) mit einem gegenseitigen Versatz in Drehrichtung angeordnet sind, dessen jeweils mindestens ein Stator (12) zugeordnet ist.
11. Reluktanz-Motor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotoren gleichartig ausgebildet sind.
12. Reluktanz-Motor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotoren unterschiedlich ausgebildet sind.
13. Reluktanz-Motor nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotoren eine unterschiedliche Zahnzahl und/oder unterschiedliche Zahnbreiten und/oder unterschiedliche Lückenbreiten aufweisen.
14. Reluktanz-Motor nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß den Rotoren eine unterschiedliche Anzahl von Erregerspulen zugeordnet ist.

- Leerseite -



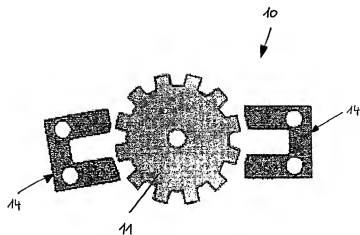


Fig. 2

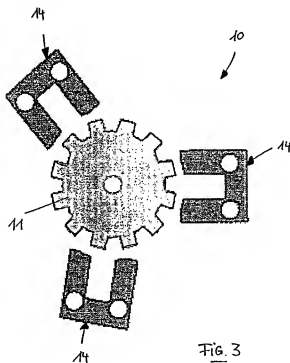


Fig. 3



